

PAT-NO:

JP406004900A

**DOCUMENT-
IDENTIFIER:**

JP 06004900 A

TITLE:

OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM AND METHOD
FOR DESIGNING ITS STRUCTURE

PUBN-DATE:

January 14, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OSADA, KENICHI

AKAHIRA, NOBUO

ONO, EIJI

NISHIUCHI, KENICHI

YAMADA, NOBORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD N/A

APPL-NO: JP04157728

APPL-DATE: June 17, 1992

INT-CL (IPC): G11B007/24 , B41M005/26 , G11B007/007

US-CL-CURRENT: 369/284

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce recording marks so as to attain a higher density and to improve an erasing characteristic and cycle characteristic by limiting the phase difference and reflectivity between a recorded part and an unrecorded part.

CONSTITUTION: A recording thin film 3 which consists of a phase transition material essentially consisting of Ge-Sb-Te or Sb-Se is formed on a substrate 1 by holding protective films 2, 4 so as to have a prescribed film thickness and transmittance in accordance with material. The range of the phase difference of the reflected light between the unrecorded region and the recorded region marking region of this recording thin film is specified to $(0.5 \text{ to } 1.5)\pi + 2n\pi$ for the reproducing light of a wavelength λ and the reflectivity $R1$ of the recording mark region is set larger than the reflectivity $R2$ of the unrecorded region. As a result, the area of the recording marks for the optimum reproduction of the phase difference is reduced and the higher density is attained without deteriorating the quality by the max. signal amplitude within the practicable range. The thermal load acting on the recording medium is decreased and the characteristic to repeat recording and erasing is improved.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-4900

(43)公開日 平成6年(1994)1月14日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/24	5 2 1 Z	7215-5D		
B 4 1 M 5/26				
G 1 1 B 7/007		9195-5D		
		8305-2H	B 4 1 M 5/ 26	W

審査請求 未請求 請求項の数8(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-157728

(22)出願日 平成4年(1992)6月17日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 長田 憲一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 赤平 信夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 大野 鋭二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

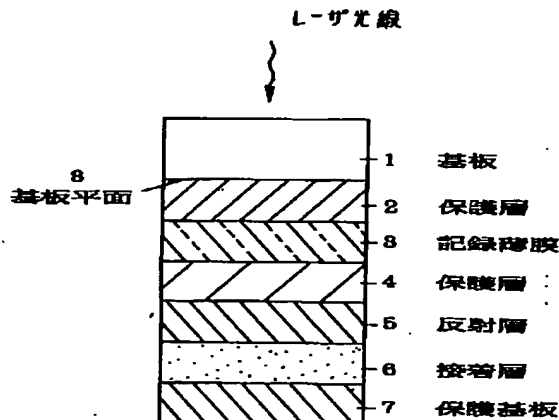
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学情報記録媒体及びその構造設計方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は相変化光ディスクに関するもので、記録部と未記録部間の位相差、及び記録部と未記録部の反射率の大小関係を限定することにより、高密度で、良好な消去特性・サイクル特性の光ディスクを提供することを目的とする。

【構成】 再生光の波長λに対して、記録部と未記録部の反射光の位相差の範囲が、 $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ (n : 整数)で、かつ、記録部の反射率が未記録部の反射率よりも大きくなるようにディスク構造を限定する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】所定の波長のレーザ光の照射によって情報を記録・再生する装置に用いる光学情報記録媒体であって、前記光学情報記録媒体は、基板と、基板上に少なくとも保護層と、レーザ光の照射によって相変化を生じて光学定数（屈折率 n 、消衰係数 k ）の異なる状態へと移行得る記録薄膜とを設けてなり、前記記録薄膜に形成された情報を再生するレーザ光の波長 λ に対して、前記光学情報記録媒体の未記録領域と記録マーク領域の反射光の位相差の範囲が、

$$(0.5 \sim 1.5) \pi + 2n\pi \quad n: \text{整数}$$

であり、かつ、記録された情報を再生するレーザ光の波長 λ に対して、前記光学情報記録媒体の記録マーク領域の反射率 R_1 が未記録領域の反射率 R_2 よりも大きいことを特徴とする光学情報記録媒体。

【請求項2】未記録領域と記録マーク領域の反射光の位相差の範囲が、

$$(2n+1)\pi \quad n: \text{整数}$$

であることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録媒体。

【請求項3】 R_1 が R_2 の1.3倍以上であることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録媒体。

【請求項4】 $R_2 \leq 15\%$ であることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録媒体。

【請求項5】記録薄膜が、レーザ光の照射によって光学定数の異なる状態へと可逆的に相変化を生じる材料からなり、前記記録薄膜材料がGe-Sb-Teを主成分とする材料からなり、記録薄膜の厚さが40nm以下であることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録媒体。

【請求項6】記録薄膜の主成分がGe、Sb、Teで、主成分の組成比が、

$$(Ge)_x (Sb)_y (Te)_z$$

$$0.10 \leq x \leq 0.35 \quad 0.10 \leq y$$

$$0.45 \leq z \leq 0.65 \quad x+y+z=1$$

で表わされる範囲内にあることを特徴とする請求項5項記載の光学情報記録媒体。

【請求項7】Ge、Sb、Teの組成比が、

$$(Ge_2 Sb_2 Te)_x (GeSb_2 Te_4)_{1-x}$$

$$0 \leq x \leq 1$$

で表わされる範囲内にあることを特徴とする請求項5項記載の光学情報記録媒体。

【請求項8】記録薄膜が、レーザ光の照射によって光学定数の異なる状態へと可逆的に相変化を生じる材料からなり、前記記録薄膜材料がSb-Seを主成分とする材料からなり、記録薄膜の厚さが500nm以下であることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザ光を用いて高密度に情報を記録・再生する光学情報記録媒体、とりわけ

2

書換え可能な光ディスクに関する。

【0002】

【従来の技術】信号を記録・再生、及び消去可能な光ディスクとして、記録薄膜材料にカルコゲン化合物を用いた相変化型の光ディスクが知られている。一般には、記録薄膜材料が結晶状態の場合を未記録状態とし、レーザ光照射で記録薄膜を溶融・急冷して非晶質状態にすることで信号を記録する。一方、信号を消去する場合は、記録時よりも低パワーのレーザ光を照射して、記録薄膜を昇温して結晶状態とする。

【0003】記録薄膜材料としては、例えばTe、In、Sb、Se等を主成分とする非晶質-結晶間で相変化する材料、或は異なる2種類の結晶構造の間で可逆的に相変化をおこす物質を用いることが一般的である。

【0004】相変化記録のメリットの1つは、記録手段として単一のレーザビームのみを用い、情報信号をオーバーライトできる点にある。すなわち、レーザ出力を記録レベルと消去レベルの2レベル間で情報信号に応じて変調し記録済みの情報トラック上に照射すると、既存の情報信号を消去しつつ新しい信号を記録することが可能である（特開昭56-145530号公報）。

【0005】又、記録密度の向上を目的として、再生レーザ光の波長 λ に対して、未記録部と記録部間で位相差が生じるようにディスク構造を決定することが提案されている（特開平3-41638号公報、特開平3-157830号公報）。反射率変化で記録部（記録マーク）を読みとる場合には、再生に用いるレーザ光の大きさに比べて十分大きな範囲の記録状態の面積がないと十分な再生信号が得られない。なぜなら、再生ビームの光強度は一般的にはガウス分布をしており、相変化した記録マークよりも外側に広がっているため、反射光光量は記録マークの反射率と、周囲の未記録領域の反射率にそれぞれの面積と光強度分布を加重して平均した値に比例しているからである。一方、位相変化再生構造の場合には、記録部と未記録部からの位相が異なり、それらが干渉しあって反射光量が変化することを利用している。従って、記録部と未記録部での反射光の位相差が $(1+2n)\pi$ （ n は整数）のときに最も反射光量変化が大きく、この値に近いことが望ましい。また、再生ビームの強度分布として、記録部に入射する強度と周辺の未記録部に入射する強度が等しいときに最も干渉の効果が大きく、従って、反射光強度変化が大きい。すなわち、再生ビームの大きさよりも記録マークが小さい時に再生信号が大きくとれる。以上のから、同じ再生光ビームで再生する場合、反射率変化再生構造よりも位相変化再生構造の方が小さな面積の記録マークで信号量が大きくとれる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】相変化型光ディスクの記録・消去特性、及び記録・消去の繰り返し特性は、記

3

録薄膜や誘電体保護層の材料、ディスク構成、記録、記録・消去ビームのパワー等の最適化によって向上するが、さらに記録密度の向上、いっそうの消去特性の向上一特に消去パワー・トレランスの拡大、いっそうの記録・消去の繰り返し特性の向上がとめられる。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、相変化型光学情報記録媒体において、未記録領域と光学定数の異なる状態の記録マークとして前記録薄膜に形成された情報を再生するレーザ光の波長

10 $(0.5 \sim 1.5) \pi + 2n\pi$ n : 整数

で、かつ、記録された情報を再生するレーザ光の波長入に対して、前記光学情報記録媒体の記録マーク領域の反射率 R_1 が未記録領域の反射率 R_2 よりも大きくなるように構造を限定したものである。

【0008】

【作用】相変化型光学情報記録媒体の構造を、未記録領域と光学定数の異なる状態の記録マークとして前記録

20 $(0.5 \sim 1.5) \pi + 2n\pi$ n : 整数

で、かつ、記録された情報を再生するレーザ光の波長入に対して、前記光学情報記録媒体の記録マーク領域の反射率 R_1 が未記録領域の反射率 R_2 よりも大きくなるように限定することにより、反射率 R_1 が反射率 R_2 と同じ構造を比べて、より小さな記録マークの形成で、同じ信号振幅を得られる。このように、信号品質を劣化させずに記録マークを小さくできるので、高密度化が実現できる。同時に消去特性一特に消去パワー・トレランスを向上できる。又、記録マークを小さくできるので、記録・消去の繰り返しの際、記録マークが大きい場合に比べて、記録媒体にかかる熱的負担が軽減され、その結果良好な記録・消去の繰り返し特性が得られるようになる。

【0009】

【実施例】以下図面に基いて本発明を説明する。

【0010】本発明の記録媒体の代表的な構造例を図1に示す。記録、再生、及び消去を行うレーザ光は基板1

40 の側から入射させる。

【0011】基板1としては、PMMA、ポリカーボネート等の樹脂或はガラス等、表面の平滑なものを用いる。光ディスクの場合、通常基板平面8はレーザ光を導くためにスパイラル又は同心円状の連続溝（トラック）、或はビット列等の凹凸で覆われている。

【0012】保護層2、4の材料は、物理的・化学的に安定、すなわち記録材料の融点よりも、融点及び軟化温度が高く、かつ記録材料と相固溶しないことが望ましい。

例えば、 Al_2O_3 、 SiO_x 、 Ta_2O_5 、 MoO_3 、 WO

4

3、 ZrO_2 、 ZnS 、 AlN_x 、 BN 、 SiN_x 、 TiN 、 ZrN 、 PbF_2 、 MgF_2 等の誘電体或はこれらの適当な組み合わせからなる。保護層は誘電体や透明である必要はない。例えば可視光線及び赤外線に対して光吸収性をもつ $ZnTe$ で形成してもよい。又、保護層2、4を異なる材料で形成すると、熱的及び光学的なディスク設計の自由度が大きくなる利点がある。もちろん同一材料で形成してもよい。

【0013】記録薄膜3は、結晶状態と非晶質状態との間で可逆的に構造変化をおこす物質、例えば Te 又は In 、 Se 等を主成分とする相変化材料からなる。よく知られた相変化材料の主成分としては、 $Te-Sb-Ge$ 、 $Te-Ge$ 、 $Te-Ge-Sn$ 、 $Te-Ge-Sn-Au$ 、 $Sb-Se$ 、 $Sb-Te$ 、 $Sb-Se-Te$ 、 $In-Te$ 、 $In-Se$ 、 $In-Se-Tl$ 、 $In-Sb$ 、 $In-Sb-Se$ 、 $In-Se-Te$ 等が挙げられる。これらの薄膜は通常、非晶質状態で成膜されるが、レーザ光等のエネルギーを吸収して結晶化し、光学定数（屈折率 n 、消衰係数 k ）が変化する。

【0014】反射層5は、 Au 、 Al 、 Ni 、 Fe 、 Cr 等の金属元素、或はこれらの合金からなり、記録薄膜への光吸収効率を高める働きをする。しかし、例えば記録薄膜3の膜厚を厚くして光吸収効率を高める工夫をすることによって、反射層6を設けない構成とすることも可能である。或は、記録薄膜と保護層を交互に複数回積み重ねた構成とすることにより、記録薄膜1層あたりの膜厚が薄くても、全体として光吸収効率を高めることもできる。

【0015】保護基板7は、樹脂をスピンコートしたり、基板と同様の樹脂板、ガラス板、或は金属板等を接着剤6を用いて貼り合わせることによって形成する。さらには、2組の記録媒体を中間基板或は反射層を内側に

して接着剤を用いて貼り合わせることで、両面から記録、再生、消去可能な構造としてもよい。

【0016】記録薄膜、保護層、結晶化制御層は、通常、電子ビーム蒸着法、スパタリング法、イオンプレーティング法、CVD法、レーザスパタリング法等によって形成される。

【0017】記録薄膜3の厚さは、記録薄膜3が結晶状態にある時でも入射光線の一部が記録薄膜3を透過可能な厚さを選ぶ。例えば上記相変化材料膜（結晶相）を誘電体薄膜層2、4と同じ材質の保護層（厚さは無限と仮定）に挟まれた時の透過率を考え、その値が少なくとも1%程度以上、好ましくは2~3%程度以上あるなるべく膜厚を選ぶことが重要である。反射層5で反射されて記録薄膜3中に再入射する成分が無くなると光の干渉効果が小さくなり、第2の誘電体薄膜層4ならびに反射層5の膜厚を多少変化させても媒体全体の光学経路長、反射率、記録薄膜での吸収等の制御が困難になる。

【0018】図2は代表的な記録薄膜組成として $Ge_2Sb_2Te_5$ を $ZnS-SiO_2$ 混合物（ $SiO_2:20モ$

5

ル%)膜で挟んだ時の膜厚と透過率(波長780nm)の関係を示したものである。図から結晶状態の場合、膜厚が60nm以下で有れば1%以上、50nm以下であれば2%以上、40nm以下であれば3%以上の透過率があることが分かる。

【0019】第1及び第2の保護層2, 4の膜厚は以下のように決定される。まず、各層を構成する物質の複素屈折率を通常の方法(例えばガラス板上に薄膜を形成し、その膜厚と反射率、透過率の測定値を元に計算する方法、あるいはエリブソメーターを使う方法)で求め、次に、記録薄膜3および反射層5の厚さを固定した上でマトリクス法(例えば久保田広著「波動光学」岩波書店、1971年、第3章を参照)によって第1及び第2の誘電体の膜厚を計算により求める。具体的には、各層の膜厚を仮定して表面を含む全ての界面に対してエネルギー保存則に基づき光エネルギーの収支を計算する。即ち、多層媒体での各界面についてこのエネルギー収支の方程式をたて、得られた連立方程式を解くことで、任意の波長の入射光(実際には、情報を再生するのに用いる波長 λ)に対する光学行路長、透過光の強度、反射光の強度ならびに各層での吸収量を求めることができる。記録薄膜が結晶状態にある時とアモルファス状態にある時のいずれの場合についても上記計算を行うことにより、波長 λ の再生光に対して、未記録領域(通常結晶状態をあてる)と記録マーク領域(通常非晶質状態をあてる)の反射光の位相差、両領域間の反射率変化 ΔR 、記録層における両領域の吸収差を知ることができる。本発明では、2つの状態間で反射光の位相差の範囲が、 $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ n : 整数であり、かつ、記録された情報を再生するレーザー光の波長 λ に対して、記録マーク領域の反射率 R_1 が未記録領域の反射率 R_2 よりも大きくする。両領域間の位相差が $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ n : 整数あれば、十分位相差再生が実現できる。さらに記録マークの反射率の R_1 方が未記録領域の反射率 R_2 よりも大*

6

*きくなっているので、最適な位相差再生が生じる記録マークの面積は、 $R_1 < R_2$ 或は $R_1 = R_2$ の場合に最適な位相差再生が生じる記録マークの面積比で小さくなる。このことを模式的に図3に示した。

【0020】2つの状態間で反射光の位相差及び反射率変化を上記の条件を満たして独立に選ぶことは、従来の反射率差再生構造とは構造設計概念を異にするのみならず、既に述べた手法による正確なディスク構造設計、又その結果得られた特異点的ディスク構造を正確に作製することが重要である。

【0021】記録媒体が設計通りにできているかどうかはできあがった媒体の反射率、透過率をスペクトルメーターを用いて測定し、予め計算した値と比較することで検証することができる。この場合、記録薄膜での吸収と、反射層での吸収を直接測定することはできないが、2またはそれ以上の波長で同じ比較を行うことで精度を高めることができる。記録部と未記録部の位相変化量は、再生光の波長と同じ波長の光の干渉縞が記録部と未記録部間でどのようにずれるかを、干渉膜厚計等によって観察すれば求めることができる。以下、具体例をもって本発明をさらに詳しく説明する。

【0022】(実施例1) 代表的な記録薄膜組成として、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ を選んだ。 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ は、良好な記録・消去特性、及び繰返し特性が得られる材料として知られている(特開昭62-209742号広報)。

【0023】図1に本発明の1実施例のディスク構造を示す。基板の材質は案内溝をもたない平滑なポリカーボネートとした。記録薄膜の膜厚は15nmで、その両側を ZnS-20mol\%SiO_2 からなる誘電体保護層がサンドイッチしている。反射層材料には金(Au)を用い、膜厚は50nmとした。各層の形成はスパタリング法により行った。各層の光学定数(実測値)を表1に示す。ただし、表1は、波長780nmに対する光学定数である。

【0024】

【表1】

材質	光学定数(屈折率 n , 消衰係数 k)	
ポリカーボネート	1.58,	0.0
ZnS-20mol\%SiO_2	2.10,	0.0
$\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (非晶質)	4.52,	1.30
$\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (結晶)	5.51,	3.40
Au	0.18,	4.64

【0025】実験に用いたサンプルのうち、いくつかのサンプルについて、基板側保護層の膜厚、反射層側保護層の膜厚、非晶質状態における反射率 R_1 、結晶状態における反射率 R_2 、両状態間の位相差を表2に示す。ただし、光学特性は波長780nmに対する値である。

【0026】反射率の実測値は、分光光度計を用いて求めた。結晶化処理は、250℃で10分間、窒素中熱処※50

※理とした。又、サンプル片の一部領域を半導体レーザーで結晶化させて、非晶質領域と結晶領域を隣合わせで作り込み、この部分を干渉膜厚計で観察した。波長780nmの干渉縞の両領域間でのずれ量から、位相差を求めた。表2より、設計とほぼ同じ構造のサンプルが得られていることがわかる。

【0027】

【表2】

サンプルNo.	基板側膜厚	反射層側膜厚	R1(%)		R2(%)		位相差
			設計/実測	設計/実測	設計/実測	設計/実測	
1	116nm	23nm	7/ 8	7/ 7	0.84 π /0.8 π		
2	116nm	35nm	7/ 7	8/ 7	1.14 π /1.1 π		
3	116nm	58nm	14/13	11/10	1.50 π /1.5 π		
4	174nm	12nm	4/ 4	20/22	0.50 π /0.6 π		

【0028】これらの媒体には、あらかじめ、Arレーザを用いた初期化装置により、記録薄膜全面に初期化（結晶化）処理を施した。その後、線速度10m/sでこの媒体を回転させ、波長780nmの半導体レーザ光を開口数0.5のレンズ系で絞って記録薄膜上に焦点をあわせて照射した。記録薄膜面上で種々のパワーで単一周波数10MHz変調度50%で変調した光を照射して記録薄膜を部分的に非晶質化させて記録を行い、1mWの連続出力を照射してその反射光をフォトディテクターで検出して再生を行なったところ、再生信号振幅が観察された。次に、記録・再生したディスクを解体し、記録マークの形状を透過電子顕微鏡を用いて調べた。記録パワーによって記録マークの形状は異なっている。図4に各サンプルにおける、記録マーク面積と再生振幅の関係を示す。図4から次のことがわかる。

1) サンプル1、2の比較からわかるように、同じ反射率の場合、非晶質部と結晶部の位相差が π に近い方が最大信号振幅が大きくとれる。しかし、最大信号振幅が得られる面積は両サンプルで同じである。

2) サンプル3、4の比較からわかるように、等価的に同じ位相差がある場合、非晶質部の反射率が結晶部の反射率より大きいサンプル3では、サンプル4（結晶部の反射率が非晶質部の反射率より大きい）に比べて、小さいマーク形状で、大きな信号振幅が得られる。

【0029】このようにして、記録媒体の非晶質領域と結晶領域間の位相差、及び両者の反射率の関係を調べたところ、次のことが明らかになった。

1) 反射率が同じサンプルを比較すると、位相差は $(1+2n)\pi$ （ n は整数）の時に、最も大きな信号振幅が得られる。又、位相差が $(0.5\sim1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあれば、位相差が $(1+2n)\pi$ の場合の最大信号振幅の6割程度以上の信号振幅が得られた。これは、十分実用的な値である。しかし、 $(1.5\sim2.5)\pi+2n\pi$ の位相差では、信号振幅は、極端に小さくなった。

2) 位相差が $(0.5\sim1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高くなるほど、最大振幅が得られる記録マークの面積は小さくなった。この時、最大振幅の値自体はかわらない。このことは、非晶質部の反射率が結晶部

10*の反射率よりも高い構造にすることで、記録密度を高めることを意味する。結晶、非晶質の反射率の差が大きいほど小さい記録マークで大きな信号振幅が得られる。もちろん、位相差が $(1+2n)\pi$ の時に、最大信号振幅が最大になる。非晶質の反射率が結晶の反射率の1.2倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約9.5割となり、高密度化に対する実質的な寄与は小さかった。一方、非晶質の反射率が結晶の反射率の1.3倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約8割となり、高密度化に対して十分な寄与を示すようになった。

3) 位相差が $(0.5\sim1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高いサンプルほど、記録・消去の繰り返し回数が多くなった。

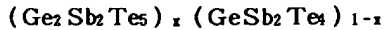
4) 同じ面積の記録マークを形成後、種々のパワーを連続照射して記録マークを結晶化して信号を消去し、その消去率を測定した結果、位相差が $(0.5\sim1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高いサンプルほど、一定以上の消去率（例えば-20dB）となる消去パワーの範囲が広がる、すなわち、消去パワー範囲が広がることがわかった。

【0030】次に記録薄膜の組成範囲を広げて、結晶化・非晶質化感度、繰り返し特性がともに良好で、かつ位相差再生において、非晶質部の反射率を結晶部の反射率よりも高くすることで、記録密度の向上、消去特性の向上、記録・消去の繰り返し特性の向上が得られるようなディスク構成を調べた。実験の結果、結晶化・非晶質化感度がともに良好（単一ビームによる重ね書きを考慮して、結晶化に必要な加熱時間が100nsec以下）で、かつ良好な記録・消去の繰り返し特性が得られる構成は、Ge-Sb-Te主成分の組成範囲が、

(Ge)_x(Sb)_y(Te)_z;
 $0.10\leq x\leq 0.35$ $0.10\leq y$
 $0.45\leq z\leq 0.65$ $x+y+z=1$

の時に存在した。Ge-Sb-Te主成分の組成範囲は、図5のA、B、C、D、Eで囲まれた範囲である。

【0031】記録薄膜主成分のGe-Sb-Te組成範囲をさらに詳しく検討した結果、



$$0 \leq x \leq 1$$

で表わされる範囲の記録薄膜組は、とりわけ結晶化速度が速いと同時に、繰返し記録・消去特性が良好である。これらの組成からなる記録薄膜を有する記録媒体では、高密度化を達成できる本発明との組合せ効果が大きい。

【0032】記録・消去の繰返し特性の観点から記録薄膜の膜厚を実験的に調べると、Ge-Sb-Teを主成分とする記録薄膜を有するディスク構造の場合、記録薄膜膜厚は40nm以下でないと、良好な繰返し特性が得られなかった。又、ディスクの構造において、本発明の効果が得られる各層の膜厚トレランスも、記録薄膜膜厚が40nmよりも厚いと極端に狭くなって、実際に製造するのは困難となる。いずれの記録薄膜組成とした場合にも、溝なし基板を用いた場合には、 $(1+2n)\pi$ 、かつ記録部の反射率が未記録部の反射率よりも大きい場合に最も効果的な位相差再生ができるが、位相差が $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲にあれば、位相差が $(1+2n)\pi$ の場合の最大信号振幅の6割程度以上の信号振幅が得られた。これは、十分実用的な値である。しかし、 $(1.5 \sim 2.5)\pi + 2n\pi$ の位相差では、信号振幅は、極端に小さくなった。一方、溝のある基板には、溝によって位相が生じるので、記録部と未記録部の位相差が必ずしも $(1+2n)\pi$ の時に、最大の位相差再生振幅が得られるわけではない。この時には、溝形状（溝間隔、溝幅、溝深さ等）を考慮して、最適な記録部と未記録部の位相差を決定することができる。いずれにしても、記録部と未記録部の位相差は、 $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲にあればよいことがわかった。又、位相差が $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲にあって、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高くなるほど、最大振幅が得られる記録マークの面積は小さくなった。この時、最大振幅の値自体はかわらない。このことは、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高い構造にすることで、記録密度を高めることを意味する。結晶、非晶質の反射率の差が大きいほど小さい記録マークで大きな信号振幅が得られる。非晶質の反射率が結晶の反射率の1.2倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約9.5割となり、高密度化

に対する実質的な寄与は小さかった。一方、非晶質の反射率が結晶の反射率の1.3倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約8割となり、高密度化に対して十分な寄与を示すようになった。さらに非晶質の反射率を結晶の反射率の2倍とすると、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約6割となり、高密度化に対して大きな寄与を示すようになった。又、位相差が $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲にあって、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高いサンプルほど、消去パワートレランスが広く良好な消去特性が得られ、同時に良好な記録・消去の繰返し特性回数が増えられた。さらに、結晶状態（未記録状態）の反射率をできるだけ小さくすることで、再生時の媒体のノイズ成分が小さくなることがわかった。ただし、結晶状態（未記録状態）の反射率をあまり小さくしすぎると、信号振幅が小さくなってしまふ。実際に信号のC/Nを評価した結果、結晶状態の反射率を小さくすることで、信号振幅が減少する割合よりも、ノイズ成分が小さくなる効果の方が大きいことがわかった。種々の記録薄膜材料、及び種々のディスク構成について検討した結果、結晶時の反射率は、15%以下に抑えると良好な再生信号品質が得られることがわかった。もちろん、この時、記録部と未記録部の位相差を $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲に、又、記録部の反射率を未記録部の反射率よりも大きく設定している。

【0033】（実施例2）良好な記録・消去特性をもつ記録薄膜組成として、 Sb_2Se_3 が知られている。 Sb_2Se_3 薄膜の光学定数は、例えば特開平2-266978で開示されている。ここでは、ここで開示されている Sb_2Se_3 薄膜の光学定数を参考にして、位相変化記録媒体を光学設計し、サンプルディスクを作成した。

【0034】図1に作成したサンプルディスクの構造を示す。基板の材質は案内溝をもたない平滑なポリカーボネートとした。記録薄膜の両側を ZnS-20mol\%SiO_2 からなる誘電体保護層でサンドイッチした。反射層材料には金（Au）を用いた。各層の形成はスパタリング法により行った。各層の光学定数（実測値）を表3に示す。ただし、表3は、波長780nmに対する光学定数である。

【0035】

【表3】

11

12

材質	光学定数 (屈折率 n , 消衰係数 k)	
ポリカーボネート	1.58,	0.0
ZnS-20mol%SiO ₂	2.10,	0.0
Sb ₂ Se ₃ (非晶質)	3.00,	0.15
Sb ₂ Se ₃ (結晶)	4.70,	0.70
Au	0.18,	4.64

【0036】Sb₂Se₃薄膜を記録薄膜に用いると、位相差を大きくしたまま、記録部の反射率を未記録部の反射率の3倍以上となるようなディスク構造も見つけることができる。例えば、基板側のZnS-20mol%SiO₂保護層の膜厚を104nm、記録薄膜の膜厚を160nm、反射層側のZnS-20mol%SiO₂保護層の膜厚を35nm、Au反射層の膜厚を50nmとすると、記録部と未記録部の位相差は0.9 π 、記録部の反射率は30%、未記録部の反射率は10%となる。このようなディスクでは、非常に小さい記録マークでも、大きな信号振幅が得られた。このように、記録薄膜にSb₂Se₃を用いると、自由度の高い位相差再生構造記録媒体を作ることができる。

【0037】記録層膜厚、保護層膜厚、反射層膜厚を種々変えてディスクを作り、信号を記録し、記録媒体の非晶質領域と結晶領域間の位相差、及び両者の反射率の関係を調べたところ、次のことが明らかになった。

1) 反射率が同じサンプルを比較すると、位相差は $(1+2n)\pi$ (n は整数)の時に、最も大きな信号振幅が得られる。又、位相差が $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあれば、位相差が $(1+2n)\pi$ の場合の最大信号振幅の6割程度以上の信号振幅が得られた。これは、十分実用的な値である。しかし、 $(1.5\sim 2.5)\pi+2n\pi$ の位相差では、信号振幅は、極端に小さくなった。

2) 位相差が $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高くなるほど、最大振幅が得られる記録マークの面積は小さくなった。この時、最大振幅の値自体はかわらない。このことは、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高い構造にすることで、記録密度を高めることを意味する。結晶、非晶質の反射率の差が大きいほど小さい記録マークで大きな信号振幅が得られる。もちろん、位相差が $(1+2n)\pi$ の時に、最大信号振幅が最大になる。非晶質の反射率が結晶の反射率の1.2倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約9.5割となり、高密度化に対する実質的な寄与は小さかった。一方、非晶質の反射率が結晶の反射率の1.3倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約8割となり、高密度化に対して十分*

*な寄与を示すようになった。

3) 位相差が $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高いサンプルほど、記録・消去の繰り返し回数が多くなった。

4) 同じ面積の記録マークを形成後、種々のパワーを連続照射して記録マークを結晶化して信号を消去し、その消去率を測定した結果、位相差が $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高いサンプルほど、一定以上の消去率(例えば-20dB)となる消去パワーの範囲が広がる、すなわち、消去パワー範囲が広がることがわかった。

【0038】Sb₂Se₃薄膜の光学定数は、消衰係数が小さいことに特徴がある。それ故、Ge-Sb-Teを主成分とする記録薄膜と比較するとはるかに厚い膜厚でも光は透過する。位相記録媒体を設計する上でも、最大500nmの厚さまでは、大きな位相変化を示し、かつ非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高くなるような構成が存在する。又、いずれの記録薄膜組成とした場合にも、溝なし基板を用いた場合には、 $(1+2n)\pi$ 、かつ記録部の反射率が未記録部の反射率よりも大きい場合に最も効果的な位相差再生ができるが、位相差が $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあれば、位相差が $(1+2n)\pi$ の場合の最大信号振幅の6割程度以上の信号振幅が得られた。これは、十分実用的な値である。しかし、 $(1.5\sim 2.5)\pi+2n\pi$ の位相差では、信号振幅は、極端に小さくなった。一方、溝のある基板には、溝によって位相が生じるので、記録部と未記録部の位相差が必ずしも $(1+2n)\pi$ の時に、最大の位相差再生振幅が得られるわけではない。この時には、溝形状(溝間隔、溝幅、溝深さ等)を考慮して、最適な記録部と未記録部の位相差を決定することができる。いずれにしても、記録部と未記録部の位相差は、 $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあればよいことがわかった。

又、位相差が $(0.5\sim 1.5)\pi+2n\pi$ の範囲にあつて、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高くなるほど、最大振幅が得られる記録マークの面積は小さくなった。この時、最大振幅の値自体

40

13

はわからない。このことは、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高い構造にすることで、記録密度を高めることを意味する。結晶、非晶質の反射率の差が大きいほど小さい記録マークで大きな信号振幅が得られる。非晶質の反射率が結晶の反射率の1.2倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約9.5割となり、高密度化に対する実質的な寄与は小さかった。一方、非晶質の反射率が結晶の反射率の1.3倍の場合は、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約8割となり、高密度化に対して十分な寄与を示すようになった。さらに非晶質の反射率を結晶の反射率の2倍とすると、同じ最大信号振幅を示す記録マークの面積が、両反射率が同じ場合に比べて、約6割となり、高密度化に対して大きな寄与を示すようになった。

【0039】又、位相差が $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲にあって、かつ位相差が同じで、かつ結晶状態の反射率が同じサンプルを比較すると、非晶質部の反射率が結晶部の反射率よりも高いサンプルほど、消去パワートレランスが広く良好な消去特性が得られ、同時に良好な記録・消去の繰り返し特性回数が得られた。さらに、結晶状態（未記録状態）の反射率をできるだけ小さくすることで、再生時の媒体のノイズ成分が小さくなることがわかった。ただし、結晶状態（未記録状態）の反射率をあまり小さくしすぎると、信号振幅が小さくなってしまう。実際に信号のC/Nを評価した結果、結晶状態の反射率を小さくすることで、信号振幅が減少する割合よりも、ノイズ成分が小さくなる効果の方が大きいことがわかった。種々の記録薄膜材料、及び種々のディスク構成について検討した結果、結晶時の反射率は、15%以下に抑えると良好な再生信号品質が得られることがわかった。もちろん、この時、記録部と未記録部の位相差を $(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi$ の範囲に、又、記録部の反射率を未記録部の反射率よりも大きく設定している。

【0040】

【発明の効果】相変化型光学情報記録媒体の構造を、未

14

記録領域と光学定数の異なる状態の記録マークとして前記記録薄膜に形成された情報を再生するレーザ光の波長λに対して、前記光学情報記録媒体の未記録領域と記録マーク領域の反射光の位相差の範囲が、

$$(0.5 \sim 1.5)\pi + 2n\pi \quad n: \text{整数}$$

で、かつ、記録された情報を再生するレーザ光の波長λに対して、前記光学情報記録媒体の記録マーク領域の反射率R1が未記録領域の反射率R2よりも大きくなるように限定することにより、反射率R1が反射率R2と同じ構造を比べて、より小さな記録マークの形成で、同じ信号振幅を得られた。このように、信号品質を劣化させずに記録マークを小さくできるので、高密度化が実現できた。同時に消去特性一特に消去パワートレランスを向上できた。又、記録マークを小さくできるので、記録・消去の繰り返しの際、記録マークが大きい場合に比べて、記録媒体にかかる熱的負担が軽減され、その結果良好な記録・消去の繰り返し特性が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の記録媒体の構造を示す図

【図2】本発明の実施例において、記録媒体を構成する記録薄膜の厚さと透過率の関係を示す図

【図3】最適な位相差再生が生じるための、記録薄膜に集光した再生光の大きさと記録マークの形状の関係を説明する図

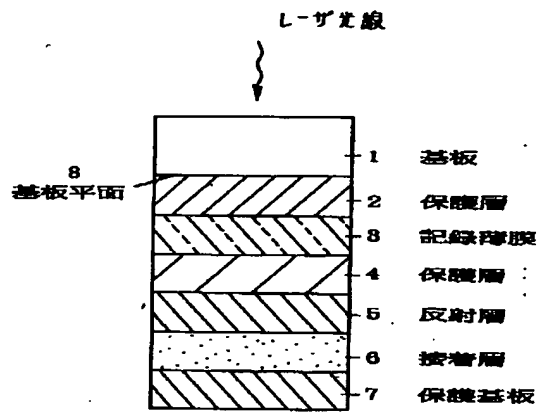
【図4】記録マーク面積と、再生振幅の関係を示す図

【図5】Ge-Sb-Teを主成分とする記録薄膜の主成分の範囲を示す図

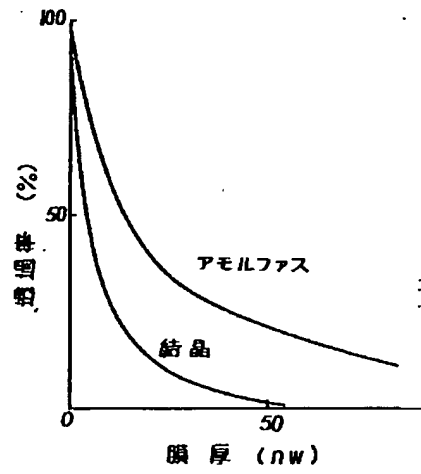
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 保護層
- 3 記録薄膜
- 4 保護層
- 5 反射層
- 6 接着層
- 7 保護基板
- 8 基板平面

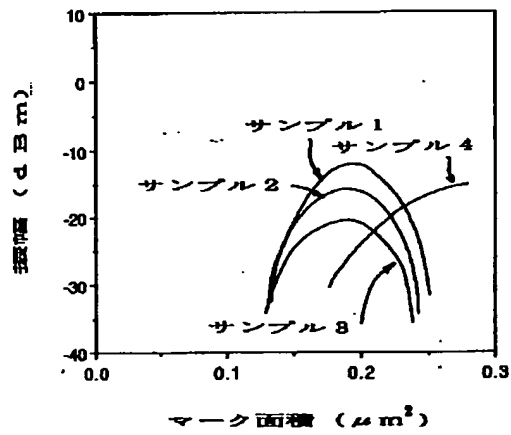
【図1】



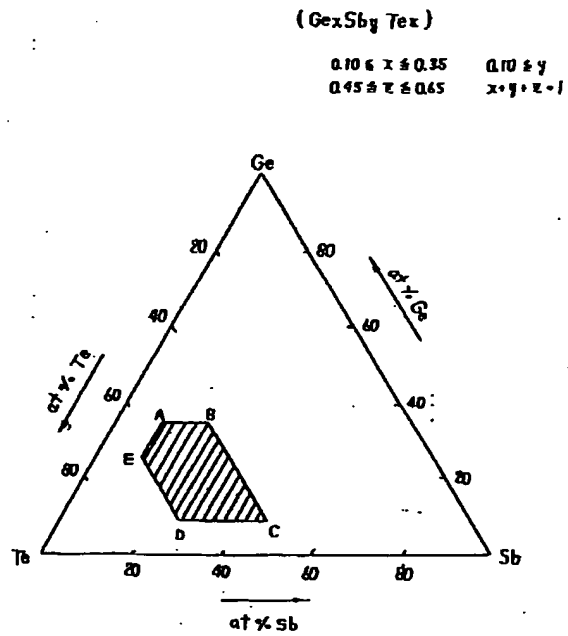
【図2】



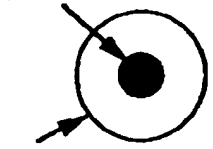
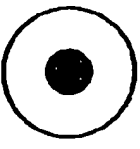
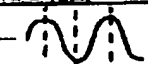



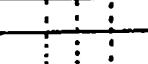

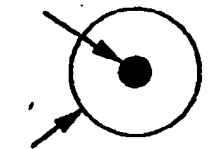
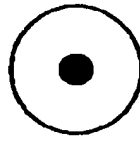
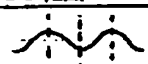
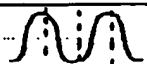

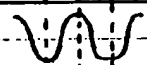


【図4】



【図5】



【図3】

従来構造			新規構造		
位相差： π $R1 = R2$			位相差： π $R1 > R2$		
記録マーク  再生光のあたる範囲					
マークからの反射光 R1			マークからの反射光 R1		
未記録部からの反射光			未記録部からの反射光		
干渉効果			干渉効果		
《最適マーク形状》			《非最適マーク形状》		
記録マーク  再生光のあたる範囲					
マークからの反射光 R1			マークからの反射光 R1		
未記録部からの反射光			未記録部からの反射光		
干渉効果			干渉効果		
《非最適マーク形状》			《最適マーク形状》		

フロントページの続き

(72)発明者 西内 健一
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

(72)発明者 山田 昇
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内